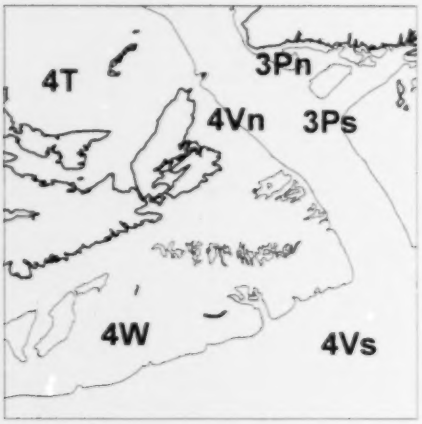
Eastern Scotian Shelf Haddock (Div. 4TVW)



Background

The haddock (Melanogrammus aeglefinus) resource on the eastern Scotian Shelf and southern Gulf of St. Lawrence is considered a single management unit distinct from the adjacent stock in 4X. The majority of 4TVW haddock occur on the offshore banks of the Scotian Shelf ranging from Emerald Bank in the west to Banquereau in the east.

Haddock prefer hard sand or gravel bottoms at depths ranging from less than 50m to about 350m, and temperatures ranging from 4-8°C. During summer haddock are distributed on the tops of banks while in winter months they move to deeper waters to avoid cold temperatures. Spawning occurs in spring and the principal spawning areas are the complex of banks in 4W including Emerald, Western and Sable Island banks. In the past, these spawning aggregations were the target of intense fisheries until the imposition of a closed area, which encompasses Emerald and part of Western banks in 1987.

Recent studies on haddock egg production have revealed that female haddock produce fewer eggs at a specified length than any other stock in the North Atlantic. For example, a 45cm haddock produces about 150,000 eggs each year. The eggs, which are liberated near the bottom, rise to the surface during an average incubation period of two weeks. During the first year of life, young haddock actively feed on plankton in the surface waters and gradually descend to the bottom as juveniles in mid-summer. Thereafter, they remain on bottom, feeding and growing at a rate of about 5-10cm (2-4 inches) in length per year. When sexual maturity is reached after 3-5 years, growth rates diminish. Haddock are relatively long-lived (>10 years) and age is determined from the pattern of rings in their otoliths (earbones).

Since 1987, the haddock fishery has been regulated through a combination of by-catch restrictions and trip limits. The year-round nursery ground closure established in 1987 (initially exempt to fixed gear) remains in effect. In 1993 the area was closed to all groundfish fishing.

Summary

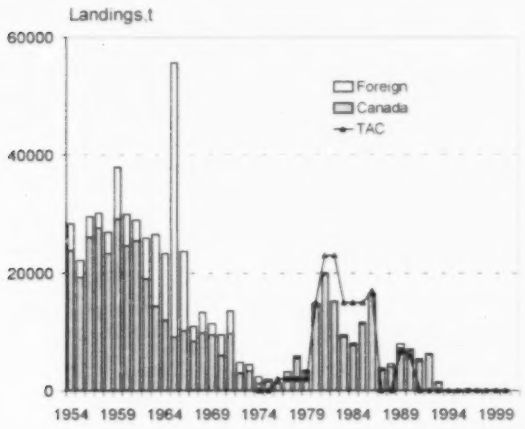
- Since closure of the fishery, spawning biomass has steadily increased and is now slightly above the 1970-2001 average.
- Abundance of haddock has increased greatly but this has been predominantly by fish less than 42cm. The abundance of haddock 42cm and larger has remained very low throughout the 1990s.
- The 1998 yearclass is above average and the 1999 yearclass is exceptional.
- The area occupied by 30+cm haddock declined in the mid-1980s and recently has stabilized near the average of the RV time series.
- Poor growth, low condition, maturity at a smaller size and high natural mortality have typified the production of this stock in recent times.
- Minimization of removals continues to be appropriate in the short term.

The Fishery

Landings, t

Year	1970-79 Avg.	1980-89 Avg.	1990-97[1] Avg.	1998	1999[2]	2000[3]	2001
TAC	1,333	12,970					
Total	5,023	11,254	2718	177	81	71	98

1 1990 TAC was 6000t, by-catch or closure since.
2 Fishing year, landings, and TAC refer to 15-month period from January 1, 1999, to March 31, 2000.
3 Commencing in 2000, fishing year, landings and TAC refer to the period April 1st of the current year to March 31st of the following year.

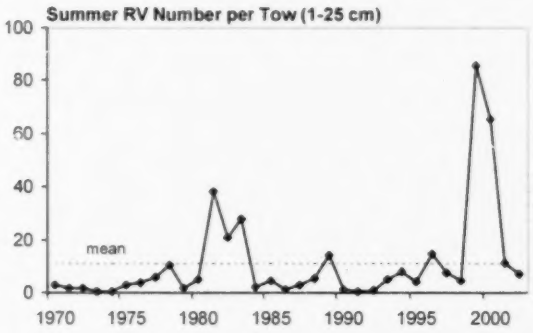


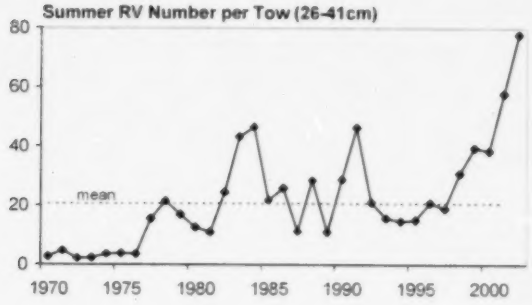
Annual **landings** averaged about 25,000t from 1960 to 1969, 5,000t from 1970 to 1979, and 11,300t from 1980 to 1989. Since 1987, the fishery has been regulated through a combination of TAC, by-catch restrictions and trip limits. The fishery was closed in the fall of 1993. The FRCC has repeatedly recommended that there be no directed fishery, that closure of the haddock box to all groundfish sectors remain in effect, and that restrictive by-catch measures be maintained in all fisheries directed at other species. All of these measures have been adopted. Strict by-catch restrictions have been in existence, with a 5% overall cap (percentage of the total of all other quota groundfish species) for mobile gear and a 10% overall cap on fixed gear. A small fish protocol also exists and haddock less than 43 cm are considered to be undersized. Average total landings from 1994 to 2000 were about 140t. Landings to October 24, 2002, have amounted to 69t. The year-round nursery ground closure (mainly Emerald and Western banks) imposed in 1987 remains in effect to present.

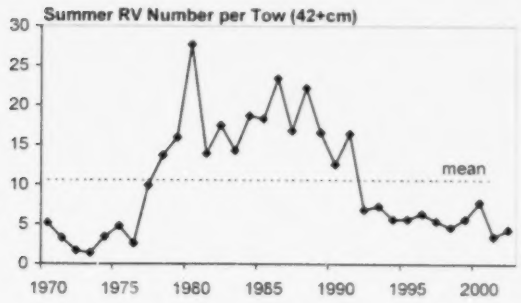
Resource Status

The evaluation of stock status was derived from reported landings, shore and at-sea based samples taken from commercial landings for size and age composition, research vessel (RV) surveys conducted in March and July, and a fixed-gear Sentinel Survey conducted in the fall.

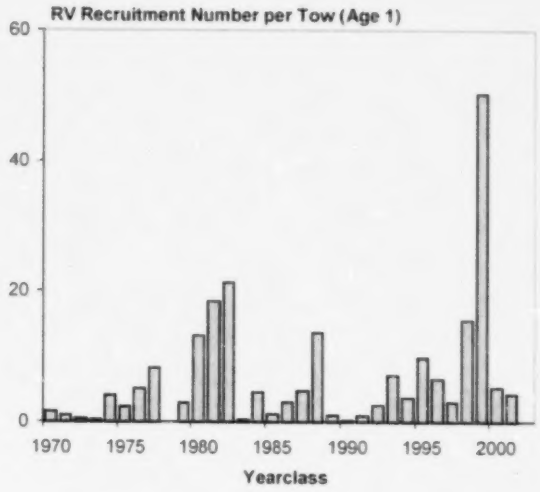
Abundance trends for three size categories (1-25, 26-41, and 42+cm) of haddock, derived from the DFO **summer RV survey,** were examined. Abundance of the smallest sizes increased dramatically in 1999 and 2000, exceeding any previous observation in the series. Abundance of the intermediate sizes have also increased, having risen steadily since 1997. The abundance of haddock 42+cm was considered an index of the fishable component of the stock. Number per tow has remained consistently below the long-term average of 10.6 fish per tow since 1992.



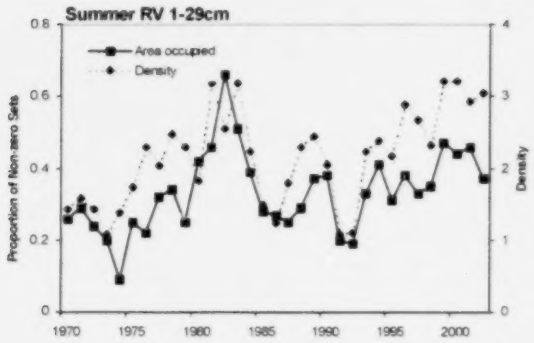


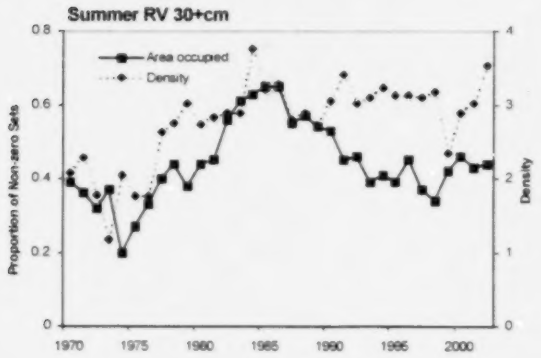


Recent **recruitment**, based on the number per tow at age 1, was slightly above average in 1995 and near average in 1996. The 1998 yearclass was above average and comparable to some previously large yearclasses. It should be noted that the age 2 estimate of the 1998 yearclass in 2000 was the highest observed in the survey series. The 1999 yearclass is exceptional, exceeding any yearclass estimate at age 1 by more than a factor of two since 1970. The 2000 and 2001 yearclasses are estimated to be slightly below average

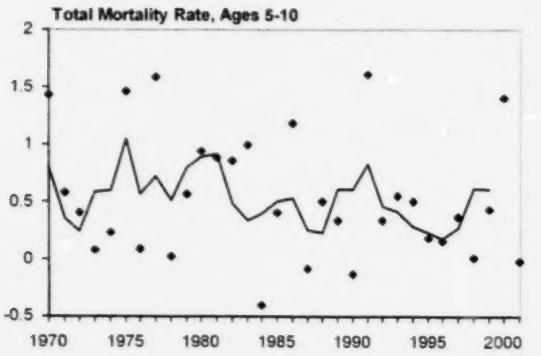


A measure of how widely a stock is distributed within its historical geographical range (**area occupied**) was evaluated for two haddock size groups: 1-29cm - a reflection of recent recruitment and a larger size group - 30+cm. Local **density** or the average number of haddock within the area occupied was also evaluated. Since the early 1990s, haddock 1-29cm have become increasingly widely distributed. Local density has also increased during this time period, reaching levels similar to those observed during the early 1980s. Since the mid-1980s, the area occupied by 30+cm haddock exhibited a declining trend whereas local density has remained relatively stable over the same period. Recent RV surveys show that the principal areas of distribution continue to be the offshore banks associated with the haddock box for both haddock size groups.



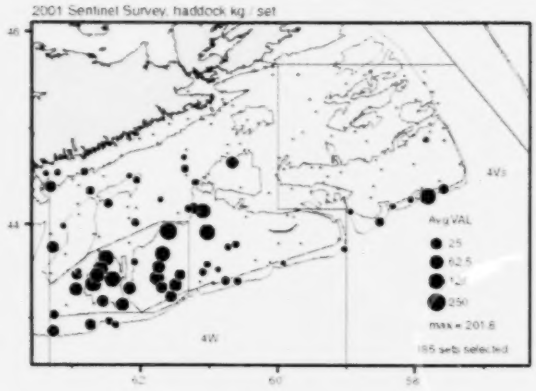


Total mortality estimates for adult haddock were derived from the summer survey. Mortality has averaged about 0.35 since the mid-1980s, which includes the recent period of fishery closure. Total mortality during the period since closure provides an estimate of natural mortality (including predation, disease, immigration/ emigration) which averages 0.38 for the period 1994-2001.

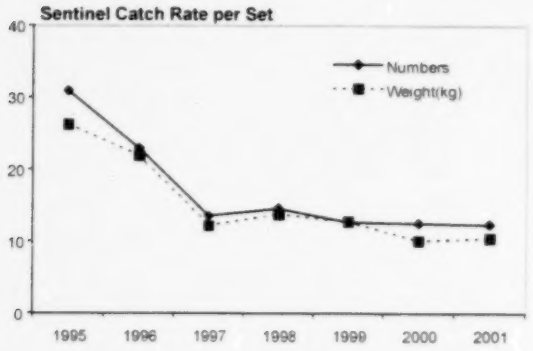


A fixed gear **Sentinel Survey**, involving commercial long-line vessels, has been in place in Div. 4VsW since 1995. It is based on a stratified, random survey design, utilizing the same stratification scheme as the DFO July RV survey. This design allocated 237 pre-selected set locations up until 2000, and 185 thereafter. The survey starts in September of each year.

The geographic patterns of haddock catches have been consistent from year to year. In the 2001 Sentinel Survey, haddock were concentrated within the Emerald/Western closed area and around its perimeter. Smaller catches occurred to the east along the flanks of Sable and Banquereau banks and the Gully. The annual percentage of haddock inside the closed area for each year ranged from 53 to 86%.



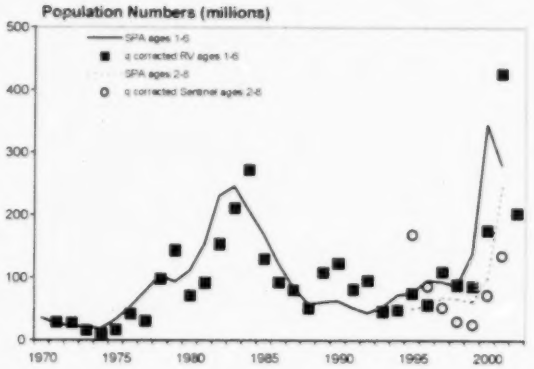
Stratified mean catch rates were highest in 1995 (>25 kg/set), declined in 1996 and 1997 and have remained low (<15 kg/set) since. Trends in numbers per set paralleled this pattern.



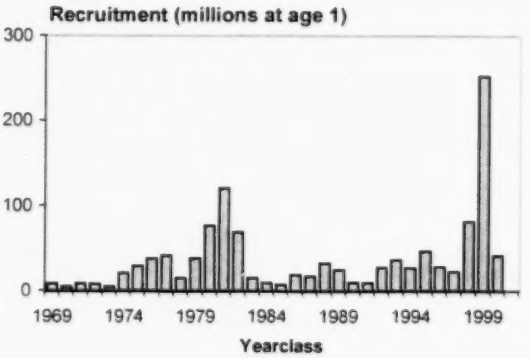
A single mode in the length composition was evident in 1995 and 1996 with catches peaking around 42-46cm and falling off rapidly at larger sizes. In subsequent years, catches were lower across most sizes.

A **sequential population analysis (SPA)** was conducted using both the July RV survey and the September Sentinel Survey. Prior to the 2001 assessment, **natural mortality (M)** of 0.2 was assumed to be constant. However, estimates of M have averaged about 0.35 since the mid-1990s, which includes the recent period of fishery closure. In addition, growth and maturity differed before and after the mid-1980s: haddock exhibited relatively high growth/late maturity compared to the later period of low growth/early maturity. It is for these reasons that M for all age groups was set at 0.2 from 1970 to 1984 and 0.35 from 1987 to 2001. An incremental ramp in M was used for the intervening years. The fit of the model was better than that using either a constant M of 0.20 or 0.35. Population trajectories were similar for all models.

Comparisons were made between the SPA model predictions and observations of population abundance from the July RV and Sentinel Survey, corrected for the estimated catchability (q). Good agreement was evident between the model and July RV results. However, the model fit to the sentinel survey abundance estimates was not as good. This can be attributed, in part, to the shortness of the time series. Other model diagnostics were deemed acceptable.

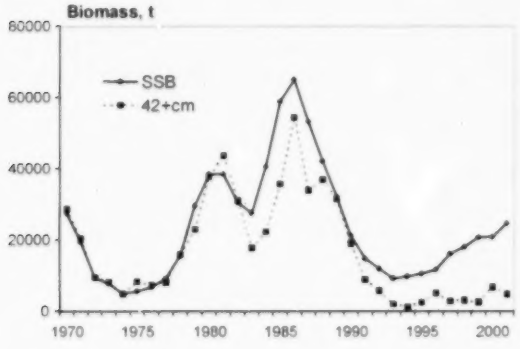


The SPA estimates of **recruitment** have been improving since the closure of the fishery. The 1998 yearclass is above average and the 1999 yearclass is exceptional.

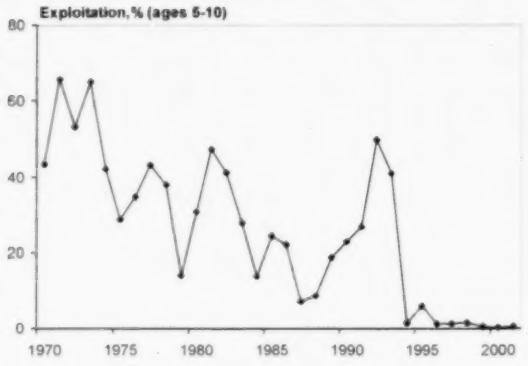


Spawning stock biomass (SSB) has been increasing since closure of the fishery and is now slightly above the 1970-2000 average of about 24,000mt. The long-term (1948 -2000) average SSB for this stock is about 39,000mt. The fishable biomass (42+cm), has increased only slightly and remains well

below the 1970-2001 average of 18,000mt. Because of declining size at age (see Section on *Population Considerations*), the age groups contributing to the fishable portion of the population have changed and included ages 4 and older during 1970-1983, ages 5 or 6 and older from 1984-1992, and ages 7 and older from 1993 to present.

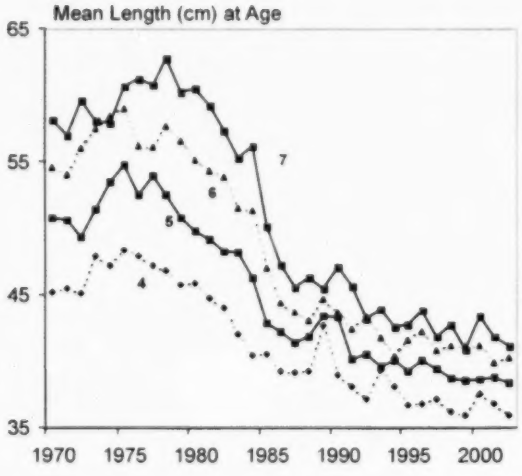


The **exploitation rate** was very high during the early 1970s when the fishery was unregulated. Exploitation declined after 1974 when catch quotas were first imposed, reaching a low in 1987 when mobile gear effort was eliminated from the Emerald/Western juvenile haddock closed area. Exploitation rates rose steadily thereafter and peaked in 1992 at >50%. This pattern reflected the expansion of the fixed gear fishery inside the closed area and a declining resource. Concern over the intensive effort resulted in removal of the fixed gear fishery from the closed area in 1993. Since the closure of the fishery in 1994, exploitation rates have been very low.



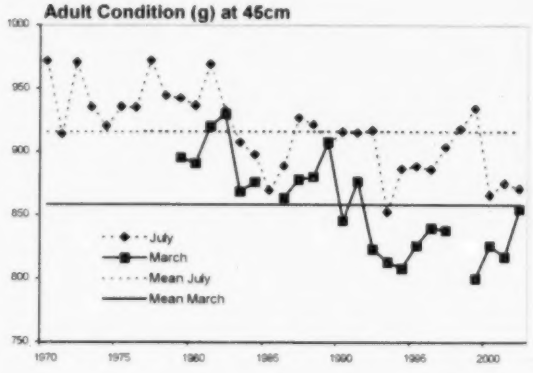
Population Considerations

Substantial long-term declines in **size at age** are evident in haddock age 4 and older. At present, very few fish in the stock are larger than 42cm (17 inches). Haddock are now considerably smaller at age than those seen during the 1970s to mid-1980s. One implication of this finding is that if slow growth persists, it will take 6-7 years for new yearclasses to reach 42+cm.

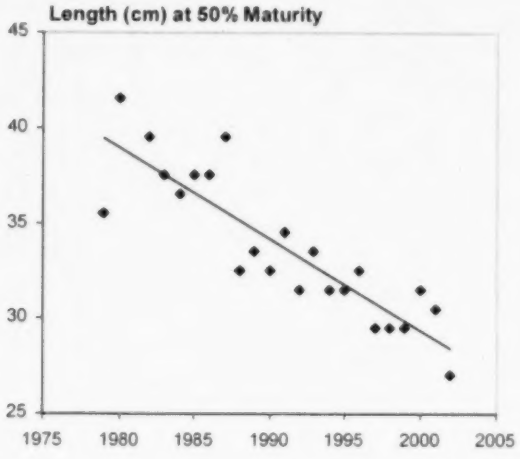


Condition, the relative weight of the fish at a given length (an index of the health of the fish in a stock) is derived from the July and March RV surveys. Adult haddock exhibited higher than average weight throughout the 1970s and early

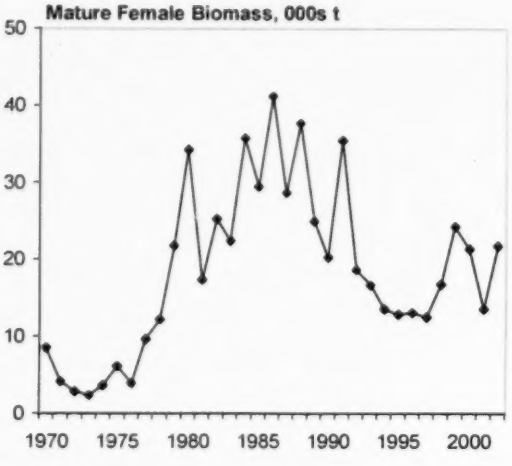
1980s whereas during the remainder of the series, weights were generally below average. Since 1993, adult haddock body weight has been below average in eight out of ten years. Unlike the adults, juvenile haddock do not show trends in condition.



Maturity at length data has been collected during the March survey since 1979. It has revealed that the length at 50% maturity has been declining. Also, an increasing proportion of females ranging in size from 22-31cm are becoming mature in recent times (currently between 20-30% compared to less than 10% during the 1980s). Maturing at such a small size and lower age could be contributing to the reduced growth potential of haddock.

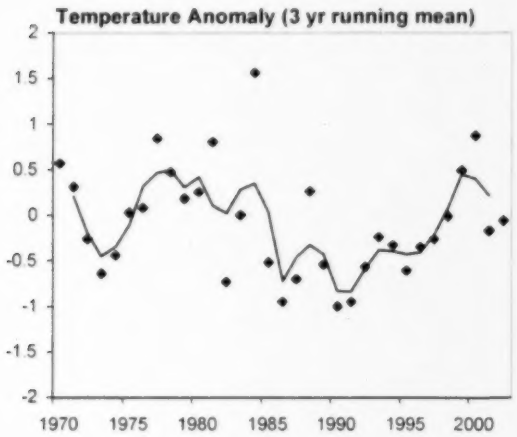


Adjusting the survey biomass per tow at length data from the July RV survey by the proportion of mature females at length, yielded an index of spawning stock biomass. **Mature female biomass** has remained below the 1970-2001 average since 1991 and since 1999 are at near-average levels.



Temperature conditions at 100m from the Misaine Bank region are considered to be representative of the sub-surface thermal conditions on the northeastern Scotian Shelf (Div. 4Vs) and eastern sections of Div. 4W. Temperatures peaked during the later half of the 1970s and slowly declined to a minimum in the

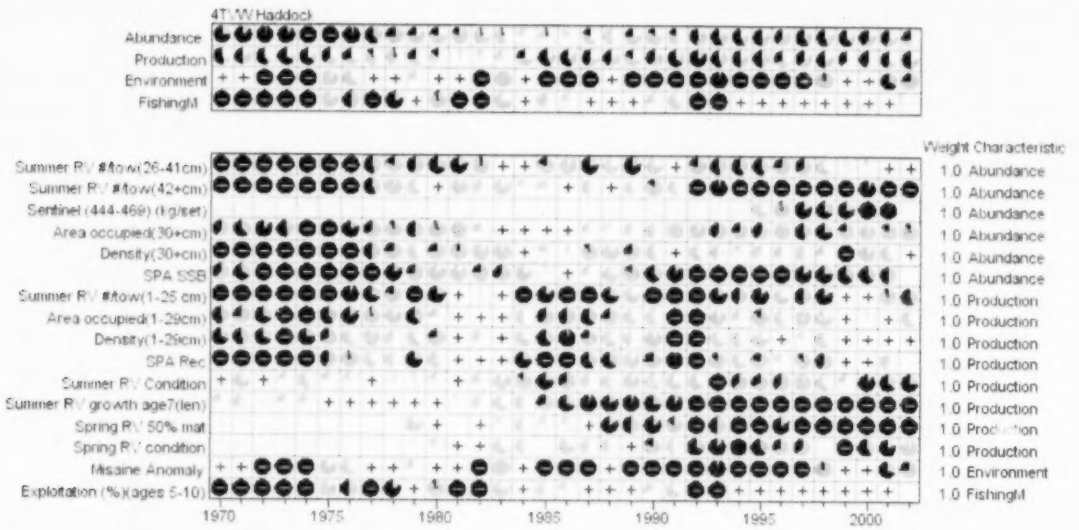
early 1990s. Temperatures have since been rising and have reached above the 1961-1990 average during the last three years. The general trends in temperature, with the exception of the last three years, parallels the changes in size at age seen in age 3 haddock and older with higher growth being associated with warmer temperature and lower growth with colder temperatures.



Traffic Light Analysis

The **Traffic Light** table summarizes the indicators of stock status shown above. This table shows the annual values of each indicator as a combination of three lights depending on whether they are among the best values for that indicator, among the worst or in between. For indicators such as stock biomass and recruitment, high values are good and have a green light and low values are bad and have a red light. However, for indicators such as mortality, high values are bad and are assigned a red light whereas low values are good and receive a green light. Intermediate values (midpoint between red and green) are yellow. A value between red and yellow is expressed as a pie with increasing amounts of red in the pie as the value approaches the red threshold or cut point. Similarly, a value between the midpoint and the green cut point becomes increasingly green in the pie as the green cut point is approached. Empty cells in the table indicate no observation for that year. Uncertainties about the appropriate cut point resulted in a broad yellow zone.

In the traffic light analysis, indicators are summarised into groups, which emphasise specific aspects of the resource. These groupings are called characteristics. The following outlook is cast in terms of these characteristics and each is shown in bold.



* See Appendix 1 for description of traffic light indicators, boundary points, weights and rationale.

Outlook

Indicators of **abundance** include information from the summer survey, the Sentinel Survey and a SPA reconstruction of the stock. Intermediate sized haddock (26-41 cm) (summer RV #/ tow (26-41cm)) have been steadily increasing and the highest value in the series occurred in 2002. The summer RV number per tow of haddock 42+cm (summer RV #/tow (42+cm)) has remained very low throughout the 1990s, and the 2002 estimate is among the lowest observed. Spawning stock biomass (SPA SSB), based on the SPA,) has been steadily increasing since closure of the fishery and in 2001 slightly exceeded the 1970-2001 average. Recent survey estimates of SSB show a similar increasing trend, although the 2001 estimate was below the 1979-2001 average. The Sentinel Survey catch rate (Sentinel (444-469)(kg/set)), which selects for larger haddock, exhibited a declining trend since the initiation of the survey in 1995. Area occupied of 30+cm haddock (Area occupied (30+cm)) is largely restricted to the closed area and is near the average of the time series. Local density of 30+cm haddock (Density (30+cm)), has not shown a trend since the mid-1980s.

Some of the **production** indicators have been increasing since closure of the fishery. SPA (SPA Rec) and RV (summer RV #/tow (1-29cm)) estimates of recruitment at age 1 show that the 1998 yearclass is above average, while the 1999 yearclass is exceptional. Area occupied of 1-29 cm (Area occupied (1-29cm)) haddock has been increasing since 1995, and the 1999 to 2002 estimates are comparable to the early 1980s estimates when strong yearclasses occurred. Local density of 1-29 cm haddock (Density (1-29cm)) has been increasing since 1992. Condition factors (Summer RV condition) have a general downward trend and have been below average since the early 1990s. Growth (Summer

RV growth age7 (len)), based on size at age 7, steadily declined throughout the late 1980s/1990s, which was preceded by a more rapid decline during the mid-1980s.

Since closure of the fishery, **fishing mortality** rates (Exploitation (%)(ages 5-10)), expressed as exploitation, have been low (less than 2% since 1995). Prior to the collapse of the fishery, exploitation rates were more than twice the $F_{0.1}$ level of 20%.

Temperature anomalies from the Misaine Bank region were positive during 1999 to 2001 for the first time since 1985 (Misaine Anomaly). They provide an indicator of the **environment** of the eastern Scotian Shelf and have coincided with changes in the productivity of haddock and other stocks in the region. Declining productivity (e.g. poor growth and high natural mortality) has been evident in both haddock and cod in the region since the initiation of the cooling trend in the mid-1980s. Recent increases in bottom temperature conditions may change this trend in productivity.

In summary, Div. 4VW haddock currently is an early maturing stock exhibiting poor growth (both under-weight and under-length) and high natural mortality. The area occupied by the 30+cm portion of the stock is near the average of the time series. However, the stock has recently produced good to excellent recruitment. The next few years will be pivotal to this stock given recent strong recruitment and improvement in environmental conditions. If growth and survival improve, this could lead to a rapid increase in biomass and recovery of historical productivity. If, however, poor growth, early maturity and high natural mortality persist, there will be a slow or negligible increase in biomass and low stock productivity dominated by small fish. At this time, it is uncertain which production scenario the stock will follow. In either case, minimization of removals continues to be appropriate in the short term.

For More Information

Contact:

Robert Mohn
Marine Fish Division
Bedford Institute of Oceanography
P.O. Box 1006, Dartmouth
Nova Scotia, B2Y 4A2

TEL: (902) 426-4592
FAX: (902) 426-1506
E-mail: Mohnr@mar.dfo-mpo.gc.ca

References

DFO, 2001. Haddock on the Eastern Scotian Shelf (Div. 4TVW). DFO Sci. Stock Status Rep. A3-06(2001).

Frank, K.T., R. K. Mohn, and J.E. Simon. 2001. Assessment of Div. 4TVW haddock. DFO Can. Sci. Adv. Sec. Res. Doc. 2001/100.

This report is available from the:

Maritime Provinces
Regional Advisory Process
Department of Fisheries and Oceans
P.O. Box 1006, Stn B203
Dartmouth, Nova Scotia
Canada B2Y 4A2
Phone number: 902-426-7070
Fax number: 902-426-5435
e-mail address: myrav@mar.dfo-mpo.gc.ca
Internet address: www.dfo-mpo.gc.ca/csas

ISSN 1480-4913
© Her Majesty the Queen in Right of Canada, 2002

La version française est disponible à l'adresse ci-dessus.

Correct citation for this publication:

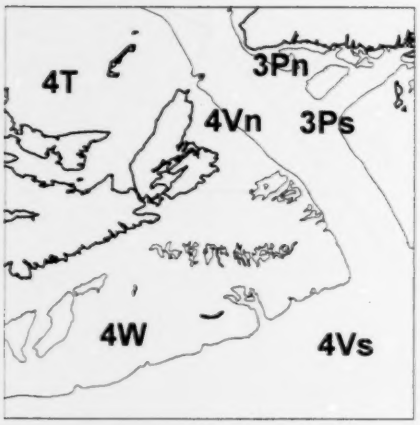
DFO, 2002. Haddock on the Eastern Scotian Shelf (Div. 4TVW). DFO Sci. Stock Status Rep. A3-06(2002).

Appendix 1. Description of traffic light indicators, boundary points, weights and rationale for Div. 4TVW haddock.

The traffic light approach provides a framework that allows us to incorporate multiple indices of stock status and other relevant indicators. Colour boundaries corresponding to good and bad periods can be established qualitatively for some indicators, but remain problematic for others. For most indicators, the history of the index is short relative to the ecological and evolutionary history of the fish populations or of the ecosystems within which they occur. In the absence of quantitative information to specify colour boundaries, they have been established by a process of deliberation, where the weight of expert opinion is used to determine the most reasonable estimates. These represent the best available estimates; however all are subject to improvement through ongoing research.

Indicator	Green (+) Boundary	Red (-) Boundary	Characteristic	Weighting
Summer RV #/tow (26-41cm)	40 – Top four estimates observed; all preceded by strong yearclasses	7 – Lowest observed (1970-76)	Abundance	1
Summer RV #/tow (42+cm)	20 – Top three estimates when stock at peak levels during 1980s	7 – Low values that coincide with periods of collapse	Abundance	1
Sentinel (444-469) (kg/set)	35 – Never observed in survey; considered good catch rate	10 – Near to lowest catch rates recorded in past few years	Abundance	1
Area occupied(30+cm)	0.6 – Contains top four observations when stock widely distributed in 1980s	0.3 – Encompasses two observations during the early 1970s	Abundance	1
Density(30+cm)	3.3 – Contains two highest observations; may be unresponsive indicator	2.4 – Contains estimates associated with 1970-1976	Abundance	1
Summer RV #/tow (1-25 cm)	21 – Contains early 1980s and recent peaks	3 – Contains lowest observed values in 1970s, 1980s and 1990s	Production	1
SPA SSB	60000 – Based on historical series and similarity of mid-1980s SSB to that earlier period	12000 – Captures both mid-1970s and mid-1990s minimum	Abundance	1
Area occupied (1-29cm)	0.45 – Captures strong yearclasses in early 1980s and recent ones with wide distribution	0.2 – Associated with three lowest values and lowest R estimates	Production	1
Density (1-29cm)	2.8 – Contains early 1980s and late 1990s observations	1.2 – Among lowest observed	Production	1
SPA Rec	50000 – Based on historical series; captures early 1980s and recent strong yearclasses	10000 – Among lowest observed	Production	1
Summer RV Condition	945 – Contains several observations during 1970s/early 1980s when stock recovered rapidly	860 – Contains one observation	Production	1
Summer RV growth age7(len)	60 – Largest body sizes observed during 1970s/early 1980s	45 – Contains most of the data from early 1990s onward	Production	1
Spring RV 50% maturity	38 – Larger sizes associated with higher fecundity and better egg quality	32 – Small sizes associated with low fecundity and poor egg quality	Production	1
Spring RV condition	900 – Among highest observed	808 – Among lowest observed	Production	1
Misaine Temperature	0.25 – Captures high values in the late 1970s/early 1980s when condition and size at age were high	-0.25 – Associated with mid-1980s/mid-1990s when capelin and other cold-water sp. flourished	Environment	1
Exploitation (%) (ages 5-10)	20 – F0.1 reference level	40 – Twice F0.1 reference level	Fishing Mortality	1

Aiglefin de l'est du plateau néo-écossais (Divisions 4TVW)



Renseignements de base

Le stock d'aiglefin (Melanogrammus aeglefinus) de l'est du plateau néo-écossais et du sud du golfe du Saint-Laurent est considéré comme une seule unité de gestion, distincte du stock de 4X voisin. La majorité du stock d'aiglefin de 4TVW se trouve sur les bancs du large du plateau néo-écossais, depuis le banc Émeraude, à l'ouest, jusqu'au Banquereau, à l'est.

L'aiglefin recherche les fonds durs de sable ou de gravier situés à des profondeurs allant de moins de 50 m à environ 350 m, et des températures de l'ordre de 4 à 8 °C. L'été, il est réparti au-dessus des bancs, mais l'hiver il se déplace vers des eaux plus profondes pour éviter les basses températures. La fraye a lieu au printemps dans les grandes frayères que constitue l'ensemble des bancs de 4W, dont le banc Émeraude, le banc Western et le banc de l'île de Sable. Par le passé, ces regroupements de reproducteurs étaient la cible d'une pêche intensive, jusqu'à l'établissement, en 1987, d'une zone de fermeture englobant le banc Émeraude et une partie du banc Western.

Des études récentes sur la ponte de l'aiglefin ont révélé que la femelle produit moins d'œufs à une taille donnée qu'une femelle de n'importe quel autre stock de l'Atlantique Nord. Ainsi, un aiglefin de 45 cm produit environ 150 000 oeufs par an. Les oeufs, qui sont pondus près du fond, remontent à la surface au cours d'une période d'incubation moyenne de deux semaines. La première année de leur vie, les jeunes aiglefins se nourrissent activement de plancton dans les eaux de surface, puis ils descendent progressivement au fond vers le milieu de l'été, à l'état de juvéniles. Par la suite, ils restent sur le fond, où ils se nourrissent et grandissent au rythme d'environ 5-10 cm (2-4 pouces) par an. Quand la maturité sexuelle est atteinte, au bout de 3 à 5 ans, le taux de croissance diminue. L'aiglefin est un poisson qui vit relativement longtemps (>10 ans); on détermine son âge à partir du profil des anneaux de ses otolithes (concrétions osseuses de l'oreille).

Depuis 1987, la pêche de l'aiglefin est réglementée par un ensemble de restrictions sur les prises accessoires et de limites par sortie. La fermeture toute l'année de la zone de croissance imposée en 1987 (qui initialement ne visait pas la pêche aux engins fixes) reste en vigueur. En 1993, on y a interdit toute pêche du poisson de fond.

Sommaire

- Depuis la fermeture de la pêche, la biomasse de reproducteurs a constamment augmenté; elle est maintenant légèrement supérieure à la moyenne de 1970-2001.
- L'abondance de l'aiglefin s'est beaucoup accrue, mais cela surtout grâce aux poissons de moins de 42 cm. L'abondance des aiglefins de 42 cm et de plus grande taille est restée très basse tout au long des années 1990.
- La classe d'âge de 1998 est supérieure à la moyenne et celle de 1999 est exceptionnelle.
- La superficie occupée par l'aiglefin de 30+ cm a diminué au milieu des années 1980 et s'est récemment stabilisée alentour de la moyenne de la série chronologique du relevé par navire scientifique (NS).
- Ces dernières années, la production de ce stock s'est caractérisée par

une faible croissance, une piètre condition, une maturité précoce et une forte mortalité naturelle.

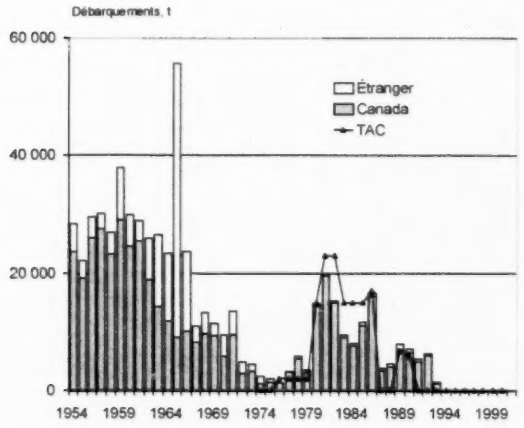
- À court terme, il y a lieu de continuer à réduire le plus possible les retraits.

La pêche

Débarquements, t

Année	1970-79 Moy.	1980-89 Moy.	1990-97[1] Moy.	1998	1999[2]	2000[3]	2001
TAC	1 333	12 970					
Total	5 023	11 254	2 718	177	81	71	98

1 Le TAC de 1990 était de 6 000 t; depuis la pêche a été limitée aux prises accessoires ou fermée.
2 La saison de pêche, les débarquements et le TAC se rapportent à la période de 15 mois allant du 1er janvier 1999 au 31 mars 2000.
3 À compter de 2000, la saison de pêche, les débarquements et le TAC se rapportent à la période allant du 1er avril de l'année en cours au 31 mars de l'année suivante.



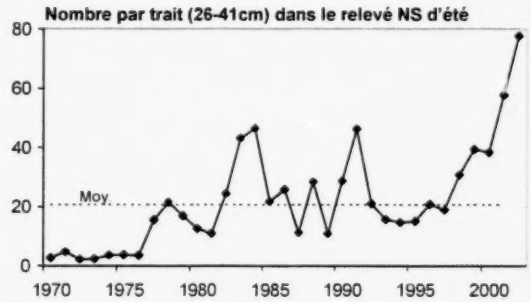
Les **débarquements** annuels se sont établis en moyenne à 25 000 t de 1960 à 1969, à 5 000 t de 1970 à 1979 et à 11 300 t de 1980 à 1989. Depuis 1987, la pêche a été réglementée à la fois par un TAC, des restrictions sur les prises accessoires et par des limites par sortie. Elle est fermée depuis l'automne 1993. Le CCRH a recommandé à maintes reprises qu'il n'y ait pas de pêche dirigée, que la fermeture de la zone de pêche de l'aiglefin à toutes les flottilles de pêche du poisson de fond soit maintenue et que les restrictions sur les prises accessoires continuent de s'appliquer à toutes les pêches sélectives d'autres espèces. Toutes ces mesures ont été adoptées. De strictes limites régissent les prises accessoires, plafonnées en tout à 5 % (pourcentage du total de toutes les autres espèces de poisson de fond régies par le quota) dans la pêche aux engins mobiles et à 10 % dans la pêche aux engins fixes. Un protocole sur le petit poisson est aussi en vigueur; tout aiglefin de moins de 43 cm est considéré comme poisson de taille inférieure à la taille minimale. Les débarquements moyens totaux ont été d'environ 140 t de 1994 à 2000. Au 24 octobre, ceux de l'année 2002 se chiffraient à 69 t. La fermeture à longueur d'année de la zone de croissance (essentiellement le banc Émeraude et le banc Western) imposée en 1987 reste actuellement en vigueur.

État de la ressource

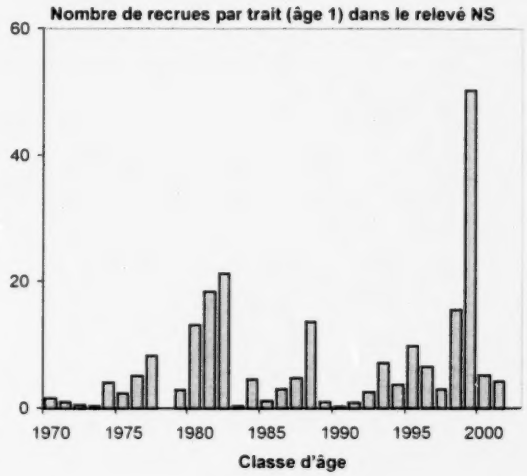
L'état du stock a été évalué à partir des débarquements déclarés, des échantillons prélevés à terre et en mer dans les débarquements commerciaux en vue de déterminer la composition selon la taille et l'âge, des relevés par navire scientifique (NS) menés en mars et en juillet, et d'un relevé sentinelle aux engins fixes effectué en automne.

On a examiné les tendances de l'abondance de l'aiglefin dans trois catégories de taille (1-25, 26-41 et 42+ cm), selon le **relevé NS d'été** du MPO. L'abondance des poissons des plus petites tailles a considérablement augmenté en 1999 et 2000, dépassant tous les niveaux observés précédemment dans la série.

L'abondance des tailles intermédiaires a elle aussi augmenté, de façon constante depuis 1997. L'abondance des aiglefins de 42+ cm a été considérée comme un indice de la composante exploitable du stock. Le nombre par trait est resté régulièrement sous la moyenne à long terme de 10,6 poissons par trait depuis 1992.



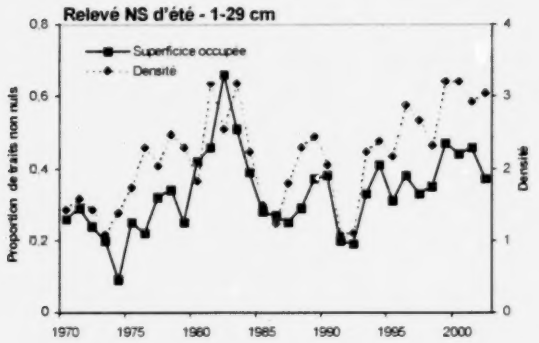
Le **recrutement** récent, fondé sur le nombre par trait à l'âge 1, était légèrement supérieur à la moyenne en 1995 et proche de la moyenne en 1996. La classe d'âge de 1998 se situait au-dessus de la moyenne et se comparait à d'autres grandes classes d'âge antérieures. Il convient de noter que l'estimation de la classe d'âge de 1998 à l'âge 2 en 2000 était la plus forte observée dans la série du relevé. La classe d'âge de 1999 est exceptionnelle, dépassant de plus du double toute estimation de classe d'âge antérieure à l'âge 1 depuis 1970. On estime que les classes d'âge de 2000 et de 2001 sont légèrement inférieures à la moyenne.



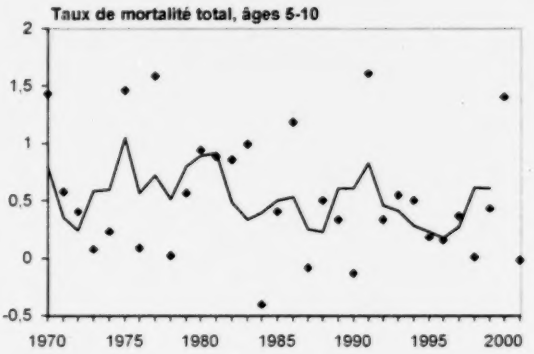
On a évalué l'étendue de la distribution du stock d'aiglefin (**superficie occupée)** dans l'aire de distribution historique du stock d'après deux groupes de taille, soit celui de 1-29 cm, qui reflète le recrutement récent et un groupe plus nombreux, celui de 30+ cm.

On a aussi évalué la **densité** locale, ou nombre moyen d'aiglefins, dans la superficie occupée. Depuis le début des années 1990, les aiglefins de 1-29 cm se sont de plus en plus répandus. La densité locale a aussi augmenté en même temps, pour atteindre des niveaux comparables à ceux qui ont été observés au début des années 1980. Depuis le milieu des années 1980, la

superficie occupée par l'aiglefin de 30+ cm a été à la baisse, tandis que la densité locale est restée relativement stable. Les relevés NS récents révèlent que les principaux secteurs de distribution des deux groupes de tailles continuent d'être les bancs du large associés à la zone de pêche de l'aiglefin.

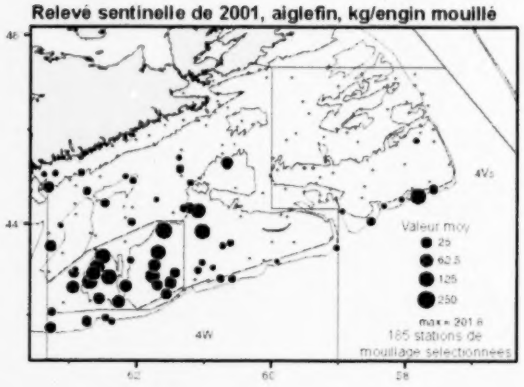


Les estimations de la **mortalité totale** des aiglefins adultes ont été établies d'après le relevé d'été. La mortalité a été en moyenne d'environ 0,35 depuis le milieu des années 1980, ce qui comprend la période récente de fermeture de la pêche. La mortalité totale pendant cette période récente nous donne une estimation de la mortalité naturelle (ccmprenant la prédation, les maladies, l'immigration et l'émigration), qui est en moyenne de 0,38 pour la période 1994-2001.

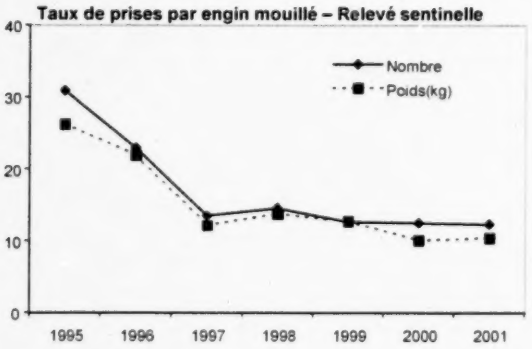


Un **relevé sentinelle** aux engins fixes, auquel prennent part des palangriers de pêche commerciale, est effectué dans les divisions 4VsW depuis 1995. Il s'agit d'un relevé aléatoire stratifié selon le modèle du relevé du MPO par NS de juillet. Ce relevé portait sur 237 stations de mouillage d'engins déterminées à l'avance jusqu'en 2000 et sur 185 stations par la suite. Le relevé commence en septembre de chaque année.

Les tendances géographiques des prises d'aiglefin ont été remarquablement constantes d'année en année. Dans le relevé sentinelle de 2001, l'aiglefin était concentré au sein de la zone de fermeture des bancs Émeraude et Western et alentour de son périmètre. Les plus petites prises ont été capturées à l'est, sur les flancs du banc de l'île de Sable et du Banquereau ainsi que dans le Gully. Le pourcentage annuel d'aiglefin à l'intérieur de la zone de fermeture variait de 53 à 86 %.



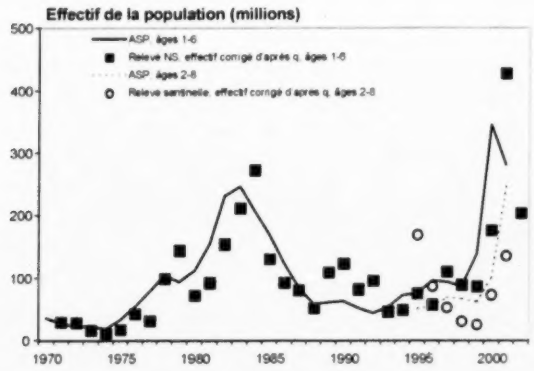
Le taux de prises moyen stratifié a culminé en 1995 (> 25 kg/engin mouillé), a diminué en 1996 et 1997, et est resté bas (< 15 kg/engin mouillé) depuis. Le nombre de poissons par engin mouillé suivait la même tendance.



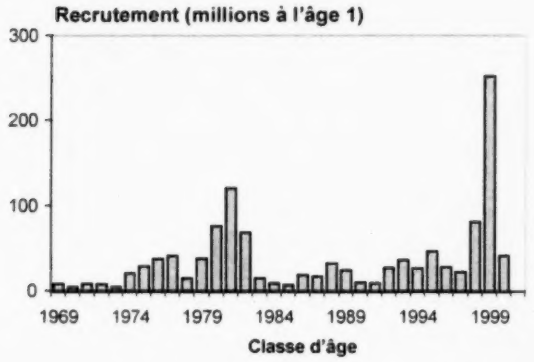
La composition des prises selon la longueur dénotait une seule longueur modale en 1995 et 1996, avec un pic alentour de 42-46 cm et une diminution rapide à des tailles supérieures. Les années subséquentes, les prises étaient plus basses parmi la plupart des catégories de tailles.

Une **analyse séquentielle de population (ASP)** a été effectuée à partir des données du relevé NS de juillet et du relevé sentinelle de septembre. Les évaluations précédentes étaient fondées sur l'hypothèse d'une **mortalité naturelle (M)** constante de 0,2. Toutefois, les estimations de M se sont situées en moyenne alentour de 0,35 depuis le milieu des années 1990, période qui comprend la récente fermeture de la pêche. De plus, la croissance et la maturité différaient avant et après le milieu des années 1980 : l'aiglefin présentait une croissance relativement forte et une maturité relativement tardive dans la première moitié des années 1980, comparativement à une croissance faible et une maturité précoce par la suite. C'est pour ces raisons que la mortalité naturelle dans tous les groupes d'âges a été fixée à 0,2 pour la période 1970-1984 et à 0,35 de 1987 à 2001. Une échelle progressive a été utilisée pour la valeur M des années intermédiaires. L'ajustement du modèle était meilleur que celui qu'on obtenait avec une valeur M constante de 0,20 ou 0,35. Les trajectoires de population étaient les mêmes pour tous les modèles.

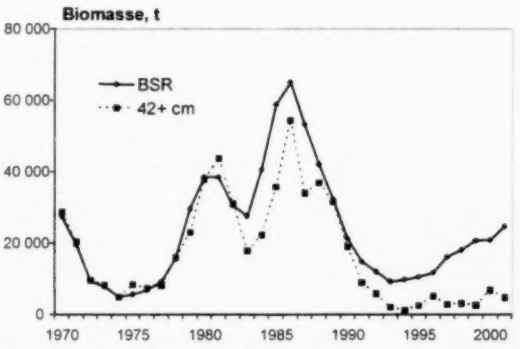
On a comparé les prédictions du modèle d'ASP et les observations sur l'abondance de la population découlant du relevé NS de juillet et du relevé sentinelle, corrigées en fonction de la capturabilité estimée (q). Une bonne concordance était apparente entre les résultats du modèle et ceux du relevé NS de juillet. En revanche, la concordance entre le modèle et les estimations d'abondance tirées du relevé sentinelle était moins bonne. Cela peut être attribué, en partie, au fait que la série chronologique est courte. Les autres diagnostics découlant du modèle ont été jugés acceptables.



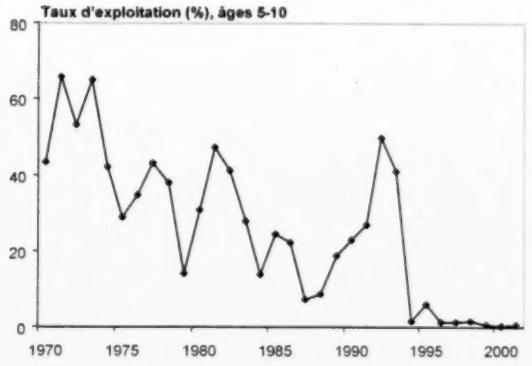
Les estimations de **recrutement** selon l'ASP s'améliorent depuis la fermeture de la pêche. La classe d'âge de 1998 est supérieure à la moyenne et celle de 1999 est exceptionnelle.



La **biomasse du stock de reproducteurs (BSR)** est en augmentation depuis la fermeture de la pêche et elle est maintenant légèrement supérieure à la moyenne de 1970-2000, la dépassant d'environ 24 000 tm. La BSR moyenne à long terme (1948-2000) de ce stock est d'environ 39 000 tm. La biomasse exploitable (42+ cm) n'a augmenté que légèrement et elle reste bien inférieure à la moyenne de 1970-2001 (18 000 tm). En raison d'une diminution de la taille selon l'âge (voir la partie *Considérations relatives à la population),* les groupes d'âge qui contribuent à la portion exploitable de la population ont changé; ils comprenaient les poissons d'âge 4 et des âges supérieurs de 1970 à 1983, les poissons des âges 5 ou 6 et des âges supérieurs de 1984 à 1992 et les poissons d'âge 7 et des âges supérieurs de 1993 à l'heure actuelle.

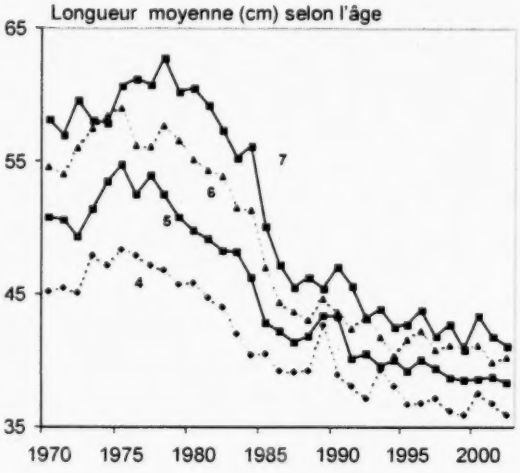


Le **taux d'exploitation** a été très élevé au début des années 1970, à l'époque où la pêche n'était pas réglementée. Il a diminué après l'imposition de quotas, en 1974, pour atteindre un seuil en 1987, année où l'effort de pêche aux engins mobiles a été éliminé par la fermeture de la zone d'aiglefins juvéniles des bancs Émeraude et Western. Les taux d'exploitation ont ensuite augmenté constamment et ont culminé en 1992 à >50 %. Cette tendance reflétait l'expansion de la pêche aux engins fixes dans la zone de fermeture et un déclin de la ressource. Les inquiétudes suscitées par l'effort intensif ont abouti à l'élimination de la pêche aux engins fixes dans la zone de fermeture en 1993. Depuis la fermeture de la pêche, en 1994, les taux d'exploitation ont été très bas.

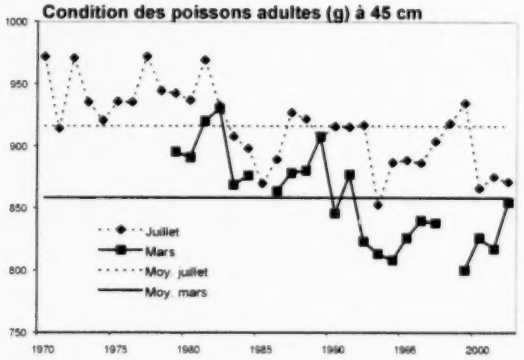


Considérations relatives à la population

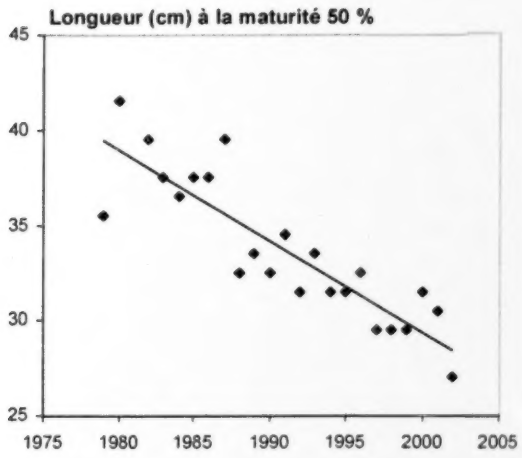
De fortes baisses à long terme de la **taille selon l'âge** apparaissent chez les aiglefins âgés de 4 ans et plus. À l'heure actuelle, le stock compte très peu de poissons de plus de 42 cm (17 pouces). L'aiglefin présente maintenant des taux de croissance considérablement plus bas que ceux qui ont été observés dans les années 1970 et jusqu'au milieu des années 1980. Cela signifie que si la lente croissance persiste, il faudra de 6 à 7 ans aux nouvelles classes d'âge pour atteindre 42+ cm.



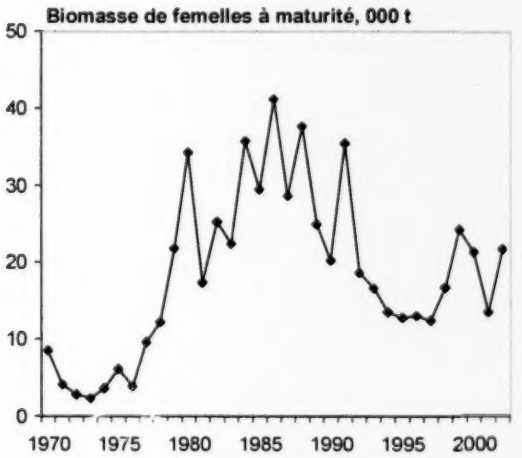
La **condition**, c'est-à-dire le poids relatif du poisson à une longueur donnée (indice de la santé du poisson dans un stock), est calculée d'après les données des relevés NS de juillet et de mars. L'aiglefin adulte avait un poids supérieur à la moyenne tout au long des années 1970 et au début des années 1980, tandis que sur le reste de la série les poids étaient en général inférieurs à la moyenne. Depuis 1993, le poids corporel de l'aiglefin adulte s'est situé sous la moyenne huit années sur dix. À la différence des adultes, les juvéniles ne montrent aucune tendance dans la condition.



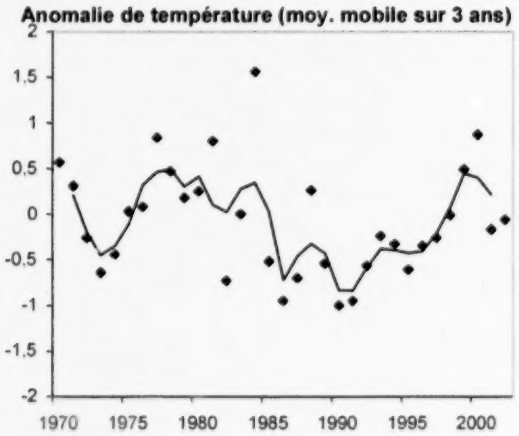
Des données sur la **maturité selon la longueur** sont recueillies au cours du relevé de mars depuis 1979. Elles ont révélé que la longueur à la maturité 50 % a diminué. De plus, dernièrement, une proportion croissante de femelles dont la taille varie de 22 à 31 cm arrive à maturité (actuellement entre 20 et 30 %, comparativement à moins de 10 % dans les années 1980). La maturation à un âge aussi jeune et à une taille aussi petite pourrait contribuer à la diminution du potentiel de croissance de l'aiglefin.



En ajustant les données sur la biomasse par trait selon la longueur obtenues dans le relevé NS de juillet en fonction de la proportion de femelles matures selon la longueur, on a obtenu un indice de la biomasse du stock de reproducteurs. La **biomasse de femelles matures** est restée inférieure à la moyenne de 1970-2001 depuis 1991, mais depuis 1999 elle est proche de la moyenne.



La **température** à 100 m dans la région du banc de Misaine est considérée comme représentative des conditions thermiques sous la surface dans le nord-est du plateau néo-écossais (div. 4Vs) et dans l'est de la div. 4W. Les températures ont culminé dans la deuxième moitié des années 1970 et sont lentement descendues à un minimum au début des années 1990. Elles ont augmenté depuis pour se situer au-dessus de la moyenne de 1961-1990 ces trois dernières années. Les tendances générales de la température, exception faite des trois dernières années, sont conformes aux changements de taille observés chez l'aiglefin d'âge 3 et des âges supérieurs, une plus forte croissance étant associée aux températures plus hautes et une croissance plus lente aux températures plus basses.

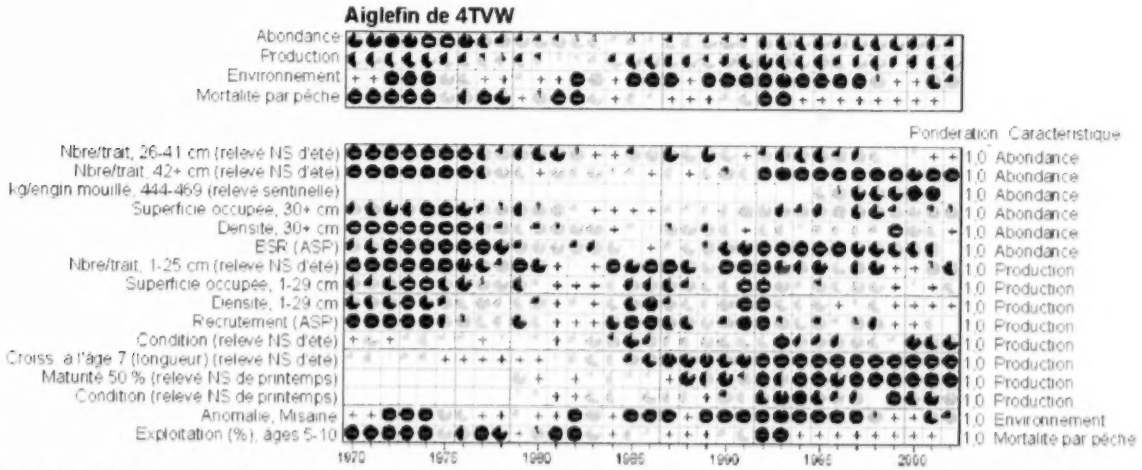


Analyse des feux de circulation

Le tableau des **feux de circulation** qui suit fournit un sommaire des indicateurs de l'état des stocks susmentionnés. Ce tableau présente les valeurs annuelles de chaque indicateur sous forme d'un des trois feux de circulation, selon que ces valeurs se situent parmi les plus fortes ou les plus faibles observées pour cet indicateur ou encore entre les deux. Pour des indicateurs comme la biomasse du stock et le recrutement, les valeurs élevées sont bonnes et reçoivent donc un

feu vert, tandis que les valeurs basses sont mauvaises et reçoivent par conséquent un feu rouge. En revanche, dans le cas d'indicateurs comme la mortalité, ce sont les valeurs élevées qui sont mauvaises et qui reçoivent un feu rouge ⊖, tandis que les valeurs faibles sont bonnes et reçoivent un feu vert +. Les valeurs intermédiaires (point médian entre le feu rouge et le feu vert) reçoivent un feu jaune ●. Une valeur entre le rouge et le jaune est représentée par un cercle dont le nombre de secteurs rouges est de plus en plus grand au fur et à mesure que la valeur approche de la limite ou du point de démarcation du feu rouge. De la même manière, une valeur entre le point médian et le point de démarcation du feu vert est représentée par un cercle dont le nombre de secteurs verts est de plus en plus grand au fur et à mesure que la valeur approche du point de démarcation du feu vert. Les cellules vides du tableaux signifient qu'il n'y a pas eu d'observation pour l'année considérée. Les incertitudes quant au point de démarcation pertinent se traduisent par une vaste zone jaune.

Dans l'analyse des feux de circulation, les indicateurs sont présentés en groupes, représentant des aspects particuliers de la ressource. Ces groupements sont appelés « caractéristiques ». Les perspectives qui suivent sont présentées d'après ces caractéristiques, dont chacune est indiquée en caractères gras.


Aiglefin de 4TVW
Abondance
Production
Environnement
Mortalité par pêche
Pondération Caractéristique
Nbre/trait, 26-41 cm (relevé NS d'été) 1.0 Abondance
Nbre/trait, 42+ cm (relevé NS d'été) 1.0 Abondance
kg/engin mouillé, 444-469 (relevé sentinelle) 1.0 Abondance
Superficie occupée, 30+ cm 1.0 Abondance
Densité, 30+ cm 1.0 Abondance
ESR (ASP) 1.0 Abondance
Nbre/trait, 1-25 cm (relevé NS d'été) 1.0 Production
Superficie occupée, 1-29 cm 1.0 Production
Densité, 1-29 cm 1.0 Production
Recrutement (ASP) 1.0 Production
Condition (relevé NS d'été) 1.0 Production
Croiss. à l'âge 7 (longueur) (relevé NS d'été) 1.0 Production
Maturité 50 % (relevé NS de printemps) 1.0 Production
Condition (relevé NS de printemps) 1.0 Production
Anomalie, Misaine 1.0 Environnement
Exploitation (%), âges 5-10 1.0 Mortalité par pêche
1970
1975
1980
1985
1990
1995
2000

* Voir à l'annexe 1 la description des points-limites des feux de circulation, des pondérations et des justifications.

Perspectives

Les indicateurs de l'**abondance** comprennent des renseignements provenant du relevé d'été, du relevé sentinelle et une reconstitution du stock d'après l'ASP. On a relevé une augmentation constante de l'abondance de l'aiglefin de taille intermédiaire (26-41 cm) (N^{bre}/trait, 26-41 cm [relevé NS d'été]), qui a atteint la plus forte valeur de la série en 2002. En ce qui concerne l'aiglefin de 42+ cm, le nombre par trait dans le relevé NS d'été (N^{bre}/trait, 42+ cm [relevé NS d'été]) est resté très bas

tout au long des années 1990 et l'estimation de 2002 est parmi les plus basses observées. La biomasse du stock de reproducteurs fondée sur l'ASP (BSR [ASP]) a augmenté constamment depuis la fermeture de la pêche et en 2001 elle a légèrement dépassé la moyenne de 1970-2001. Les estimations récentes de la BSR découlant du relevé dénotent une tendance à la hausse comparable, quoique l'estimation de 2001 était inférieure à la moyenne de 1979-2001. Le taux de prises dans le relevé sentinelle (Kg/engin mouillé, 444-469 [relevé sentinelle]), qui capture de plus grands aiglefins, a présenté une tendance à la baisse depuis le début du relevé, en 1995. La superficie occupée par l'aiglefin de 30+ cm (Superficie occupée [30+ cm]) est largement limitée à la zone de fermeture et elle est proche de la moyenne de la série chronologique. La densité locale des aiglefins de 30+ cm (Densité [30+ cm]) n'a pas présenté de tendance depuis le milieu des années 1980.

Certains des indicateurs de la **production** ont augmenté depuis la fermeture de la pêche. Les estimations de recrutement à l'âge 1 selon l'ASP (Recrutement [ASP]) et selon le relevé NS (N^{bre}/trait, 1-29 cm [relevé NS d'été]) révèlent que la classe d'âge de 1998 est supérieure à la moyenne, tandis que la classe d'âge de 1999 est exceptionnelle. La superficie occupée par l'aiglefin de 1-29 cm (Superficie occupée [1-29 cm]) augmente depuis 1995 et les estimations de 1999 à 2002 sont comparables à celles du début des années 1980, qui ont été des années de fortes classes d'âge. La densité locale de l'aiglefin de 1-29 cm (Densité [1-29 cm]) augmente depuis 1992. Les facteurs de condition (Condition [relevé NS d'été]) sont en général à la baisse et ont été inférieurs à la moyenne depuis le début des années 1990. La croissance selon le relevé NS d'été (Croiss. à l'âge 7 [longueur] [relevé NS d'été]), fondée sur la taille à l'âge 7, a constamment diminué à la fin des années 1980 et dans les années 1990, mais elle avait connu un déclin plus accentué au milieu des années 1980.

Depuis la fermeture de la pêche, les **taux de mortalité par pêche** (Exploitation [%], âges 5-10), exprimés comme taux d'exploitation, ont été bas (moins de 2 % depuis 1995). Avant l'effondrement de la pêche, les taux d'exploitation atteignaient plus du double du niveau $F_{0.1}$ (20 %).

Les anomalies de température de la région du banc de Misaine (Anomalie, Misaine) ont été positives de 1999 à 2001 pour la première fois depuis 1985. Elles sont un indicateur de l'**environnement** de l'est du plateau néo-écossais et coïncident avec des changements dans la productivité de l'aiglefin et d'autres stocks de la région. La baisse de la productivité (p. ex. faible croissance et forte mortalité naturelle) a été manifeste chez l'aiglefin et la morue de la région depuis l'amorce de la tendance au refroidissement au milieu des années 1980. Les hausses récentes des conditions de température au fond pourraient changer cette tendance de la productivité.

En résumé, le stock d'aiglefin des divisions 4VW est un stock à maturité précoce qui présente une faible croissance (poids et longueur insuffisants) et une forte mortalité naturelle. La superficie occupée par la composante d'aiglefins de 30+ cm dans le stock est proche de la moyenne de la série chronologique. Toutefois, le recrutement récent a varié de bon à

excellent. Les quelques prochaines années seront déterminantes pour ce stock, compte tenu du fort recrutement et de l'amélioration des conditions environnementales observés récemment. Si la croissance et la survie s'améliorent, on pourrait connaître une hausse rapide de la biomasse et le rétablissement de la productivité historique. Toutefois, si la piètre croissance, la maturité précoce et la forte mortalité naturelle persistent, on assistera à une augmentation lente ou négligeable de la biomasse et à une faible productivité du stock, dominée par les petits poissons. À l'heure actuelle, on ne sait pas quel scénario de production le stock suivra. Dans un cas ou dans l'autre, il y a lieu de continuer à réduire le plus possible les retraits à court terme.

Pour obtenir de plus amples renseignements,

communiquer avec :

Robert Mohn
Division des poissons de mer
Institut océanographique de Bedford
C. P. 1006, Dartmouth
(Nouvelle-Écosse), B2Y 4A2

TÉL. : (902) 426-4592
FAX : (902) 426-1506
Courriel : Mohnr@mar.dfo-mpo.gc.ca

Références

Frank, K.T., R. K. Mohn, and J.E. Simon. 2001. Assessment of Div. 4TVW haddock. MPO, Secrétariat canadien de consultation scientifique, doc. rech. 2001/100.

MPO, 2001. Aiglefin de l'est du plateau néo-écossais (Div. 4TVW). MPO – Sciences, Rapp. état stocks A3-06(2001).

Distribué par le :

Bureau du processus consultatif régional des provinces Maritimes
Ministère des Pêches et des Océans
C.P. 1006, Succ. B203
Dartmouth (Nouvelle-Écosse)
Canada B2Y 4A2
Téléphone : 902-426-7070
Fax : 902-426-5435
Courriel : myrav@mar.dfo-mpo.gc.ca
Adresse Internet : http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas

ISSN 1480-4921 (imprimé)
© Sa majesté la Reine, Chef du Canada, 2002

An English version is available on request at the above address.

La présente publication doit être citée comme suit :

MPO, 2002. Aiglefin de l'est du plateau néo-écossais (Divisions 4TVW). MPO – Sciences, Rapp. état des stocks A3-06 (2002).

Annexe 1. Description des indicateurs, points-limites, pondérations et justifications utilisés dans la méthode des feux de circulation appliquée à l'aiglefin des divisions 4TVW

La méthode des feux de circulation nous donne un cadre permettant d'intégrer de multiples indices de l'état des stocks et d'autres indicateurs pertinents. Les limites des feux rouges et verts correspondant à de bonnes et à de mauvaises périodes peuvent être établies de manière qualitative pour certains indicateurs, mais elles demeurent problématiques pour d'autres. Dans le cas de la plupart des indicateurs, l'indice a de courts antécédents par rapport à l'histoire écologique et évolutive des populations de poisson ou des écosystèmes dans lesquels elles évoluent. En l'absence d'information quantitative permettant de délimiter précisément les feux de circulation, on a fixé ces limites par délibération, en recourant à des avis d'expert pour établir des estimations raisonnables, qui soient les meilleures possibles. Toutefois, toutes ces estimations sont susceptibles d'être améliorées par suite des recherches en cours.

Indicateur	Limite du feu vert (+)	Limite du feu rouge (-)	Caractéristique	Pondération
N^{bre}/trait, 26-41 cm (relevé NS d'été)	40 – Quatre meilleures estimations observées; toutes précédées par de fortes classes d'âge	7 – Plus basse valeur observée (1970-1976)	Abondance	1
N^{bre}/trait, 42+ cm (relevé NS d'été)	20 – Trois meilleures estimations au pic du stock dans les années 1980	7 – Basses valeurs coïncidant avec des périodes d'effondrement	Abondance	1
Kg/engin mouillé, 444-469 (relevé sentinelle)	35 – Jamais observé dans le relevé; considéré comme un bon taux de prises	10 – Proche du plus bas taux de prises enregistré les quelques dernières années	Abondance	1
Superficie occupée, 30+ cm	0,6 – Comprend les quatre meilleures observations de l'époque où le stock était largement distribué, dans les années 1980	0,3 – Englobe deux observations du début des années 1970	Abondance	1
Densité, 30+ cm	3,3 – Contient les deux observations les plus hautes; est peut-être un indicateur insensible	2,4 – Contient des estimations associées à la période 1970-1976	Abondance	1
N^{bre}/trait, 1-25 cm (relevé NS d'été)	21 – Contient des pics des années 1980 et de la période récente	3 – Contient les plus basses valeurs observées dans les années 1970, 1980 et 1990	Production	1
BSR (ASP)	60 000 – D'après la série chronologique et la similitude de la BSR du milieu des années 1980 avec celle des années précédentes	12 000 – Englobe les valeurs minimales du milieu des années 1970 et du milieu des années 1990	Abondance	1
Superficie occupée, 1-29 cm	0,45 – Englobe les fortes classes d'âge du début des années 1980 et les plus récentes ayant une vaste distribution	0,2 – Associé aux trois plus basses valeurs et à la plus basse estimation de R	Production	1
Densité, 1-29 cm	2,8 – Contient les observations du début des années 1980 et de la fin des années 1990	1,2 – Parmi les plus basses valeurs observées	Production	1
Recrutement (ASP)	50 000 – D'après la série chronologique; englobe les fortes classes d'âge du début des années 1980 et des années récentes	10 000 – Parmi les plus basses valeurs observées	Production	1
Condition (relevé NS d'été)	945 – Contient plusieurs observations des années 1970 et du début des années 1980, époque où les stocks se rétablissaient rapidement	860 – Contient une observation	Production	1
Croissance à l'âge 7 (longueur) (relevé NS d'été)	60 – Les plus grandes tailles ont été observées dans les années 1970 et au début des années 1980	45 – Contient la plupart des données depuis le début des années 1990	Production	1
Maturité 50 % (relevé NS de printemps)	38 – Les plus grandes tailles sont associées à une grande fécondité et à une bonne qualité des oeufs	32 –Les petites tailles sont associées à une faible fécondité et à une piètre qualité des oeufs	Production	1
Condition (relevé NS de printemps)	900 – Parmi les plus fortes valeurs observées	808 – Parmi les plus basses valeurs observées	Production	1
Anomalie de température, Misaine	0,25 – Englobe les plus fortes valeurs de la fin des années 1970 et du début des années 1980, époque où la condition selon la taille et l'âge était élevée	-0,25 – Associé au milieu des années 1980 et 1990, époque où le capelan et les autres espèces d'eau froide abondait	Environnement	1
Exploitation (%), âges 5-10	20 – Niveau de référence F0,1	40 – Deux fois le niveau de référence F0,1	Mortalité par pêche	1